

## DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS ESPECIALES DE LOS VERTISOLES DE ENTRE RÍOS

A. DE PETRE<sup>1</sup>

Para llegar a comprender el funcionamiento del sistema edáfico es indudable que hay que conocer la naturaleza del suelo, su evolución, sus propiedades y su dinámica en el ecosistema involucrado. Al conocimiento de cada una de estas variables se llega a través de exploraciones, estudios fisio-físico-químicos, mineralógicos, micromorfológicos y otros.

Los suelos vertisólicos en la provincia de Entre Ríos son los más australes del mundo, lo que indicaría que su desarrollo está en simetría con particularidades notables.

La descripción y las características especiales que ellos presentan se han investigado mediante estudios profundos tales como:

- Caracterización de los constituyentes de la materia orgánica mediante el uso de métodos submicroscópicos y citoquímicos *in situ*.
- Dotación de M.O con C<sub>14</sub>.
- Superficie específica y volumen de poro y radio medio antes y después del tratamiento de plasma de oxígeno.
- Análisis de poros con porosímetro Sorptomatic. 1900 (Carlo Erba).
- Micromorfología de cortes delgados bajo resol con luz normal y polarizada.
- Mineralogía por difracción de Rx y D.T..A de la fracción arcilla < 2  $\mu$  y limo < 20  $\mu$ .
- Índice de COLE. Extensibilidad lineal.
- Valoración química de micronutrientes.

### CARACTERÍSTICAS DE LA FRACCIÓN MINERAL

Existe una importante vinculación de los vertisoles con ciertos sustratos; sus propiedades físicas y la capacidad de intercambio iónico entre otros fenómenos, están en relación con la naturaleza de los minerales de arcilla.

La esmectita es el mineral dominante en una proporción entre 40% - 70%, Illita entre 30% - 50% y Caolinita entre 0,4 - 1,5%. Cuadro N° 1.

Los contenidos en hierro de estos materiales expresados como Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> son relativamente elevados (6.56% -7.02%) y no aparecen como sustancia amorfa por lo que se trata de Fe cristalizado integrando la red cristalina de las arcillas beidelitas interestratificaciones.

---

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agropecuarias UNER - Casilla de Correo 24 Paraná ER Argentina (3100) email: adepetre@magic.santafe.gov.ar

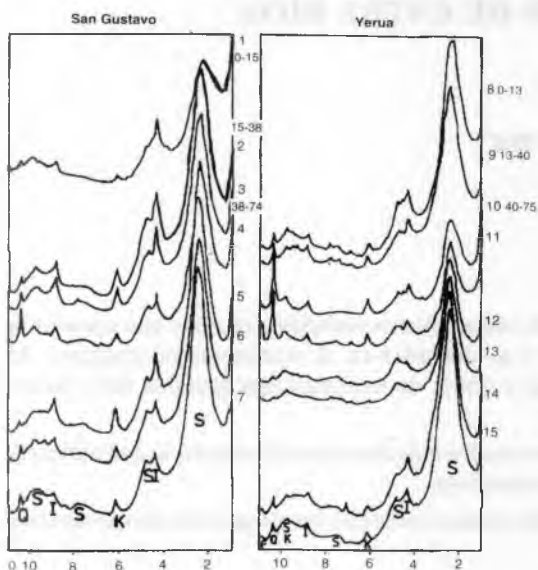


Figura 1. Difractogramas de Rayos X de San Gustavo y Yeruá

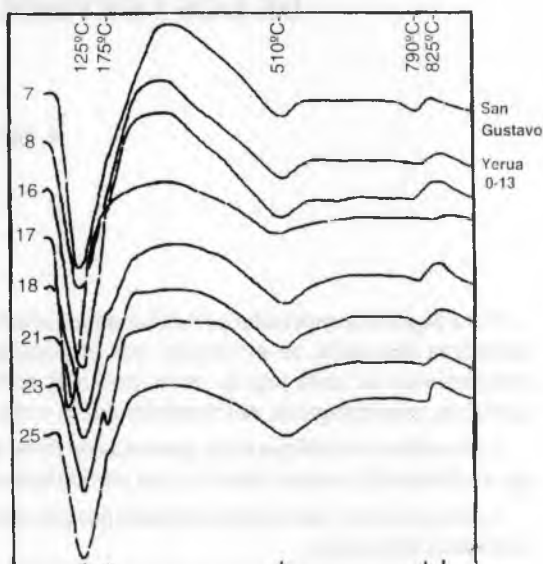


Figura 2. Termogramas de San Gustavo y Yeruá

### Figuras de Rx y DTA

Los difractogramas de Rx muestran una excelente cristalización de la esmectita reconocida por picos acentuados sobre todo por las reflexiones a 002, 003 y 004. Genesis probable: hidrotermal. Figura 1.

Los primeros efectos endotérmicos entre 98°C - 175°C corresponden a la liberación del agua de hidratación situada entre los estratos cristalinos y la segunda reacción inherente a la primera liberación de OH entre 510°- 520° caracterizan los ter-modiagramas típicos de las montmorillonitas. Figura 2.

Cuadro N° 1. Características de la fracción mineral de S. Gustavo y Yeruá.

Prof. (cm)	C.I.C arcilla	% arcilla (suelo)	Esmectita (%)	Ilita (%)	Caolinita (%)
<b>San Gustavo</b>					
0-15	107	31	43	57	0,5
15-35	86	33	48	51	0,9
38-74	92	43	53	46	1,0
74-87	72	43	66	37	1,1
87-110	69	41	62	37	1,1
<b>Yeruá</b>					
0-13	86,5	44	54	46	0,7
23-40	87	51	69	30	0,9
40-75	84	49	56	42	2,0
75-100	87	52	69	30	1,5

**Cuadro N° 2. Superficie específica, volúmen de poros y radio medio de S. Gustavo y Yeruá.**

MUESTRA	SUPERFICIE ESPECÍFICA ( m <sup>2</sup> /g)	VOLÚMEN ESPECÍFICO DE PORO (mm <sup>3</sup> /g)	RADIO MEDIO (nm)
Suelo San Gustavo	23,31	28,24	2,42
•Arcilla	107,12	84,93	1,59
•Limo Fino	52,19	50,75	1,94
Suelo Yeruá	35,52	155,66	9,57
•Arcilla	86,49	74,92	1,73
•Limo Fino	40,69	43,47	2,14

Referente a la C.I.C de estos minerales identificados se constata que los valores corresponden perfectamente a dichas especies según la proporción en que se encuentran unas y otras y también relacionados con el % de la fracción  $< 2\mu\text{m}$  en el complejo textural, que se representan en el cuadro N° 1.

En los primeros centímetros la proporción de Illita es significativa sobre todo en el perfil San Gustavo, mas en profundidad la esmectita predomina.

La superficie específica, el volúmen de poros y el radio medio de las muestras de suelos totales de las series San Gustavo y Yeruá así como también de la fracción arcilla y limo fino se informan de los siguientes valores en el cuadro N° 2.

Las curvas de distribución de la porosidad en las muestras de suelo, arcilla y limo fino de San Gustavo y Yeruá se representan teniendo en cuenta que  $V = \text{Volumen de poro}$ ;  $d = \text{diámetro}$

$\Delta V / \Delta \log d = \text{curva derivada del volumen de poro.}$

Los gráficos muestran que pico mas alto situado en torno a los 40 – 45 Å de diámetro (la escala en abscisa es semilogarítmica) es similar para la fracción arcilla y limo fino tanto en Yeruá como en San Gustavo.

Esta particularidad sugiere que el limo fino esta compuesto prevalentemente de agregado de arcilla. En la figura 3, se representan estas situaciones.

Observando la curva de distribución de la porosidad en las muestras de arcilla de Yeruá antes y después del tratamiento con Plasma de Oxígeno se detecta un fuerte incremento de la porosidad. La explicación de este hecho estaría relacionada con la destrucción de la sustancia orgánica fuertemente acomplexada con la arcilla y que ha puesto de manifiesto algunos poros finos que no estaban disponibles.

En el cuadro N° 3 se presentan los valores que indican que el tratamiento con plasma determina un incremento de la superficie específica.

## LAS SUSTANCIAS HÚMICAS

El humus de los vertisoles, investigado sobre las series Yeruá y San Gustavo se encuentra en forma de pequeños cuerpos oscuros constituidos por materiales orgánicos e inorgánicos en proporciones variables (explorados por MEB; EDXRA y LAMMA); como resultado de la actividad biológica la forma de humus es del tipo Mull.

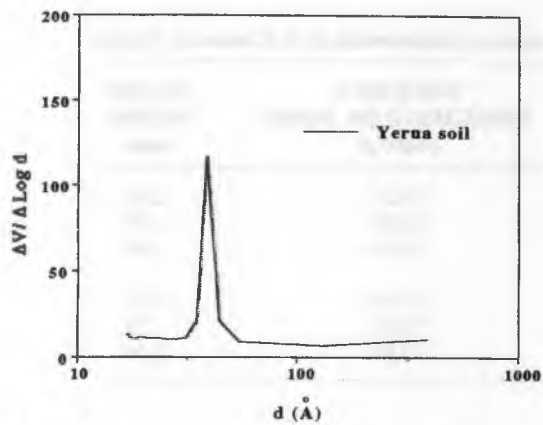


Figura a)

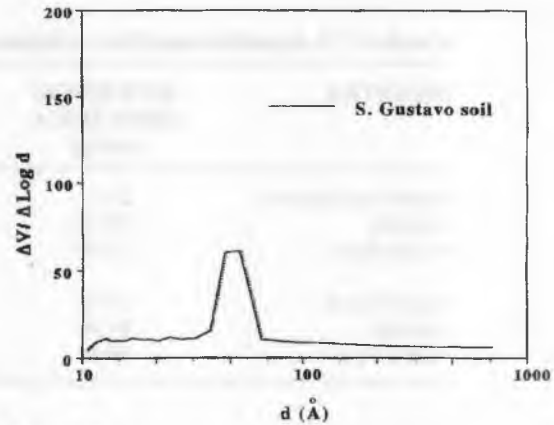


Figura d)

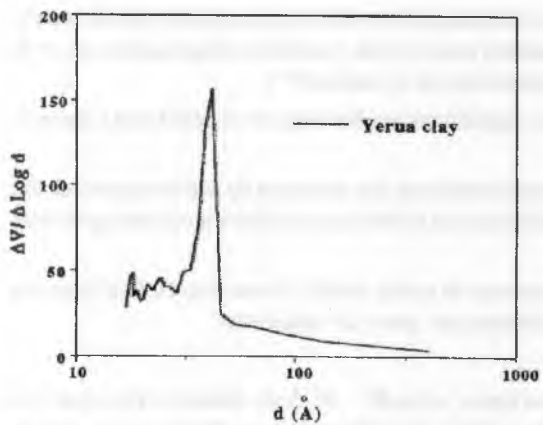


Figura b)

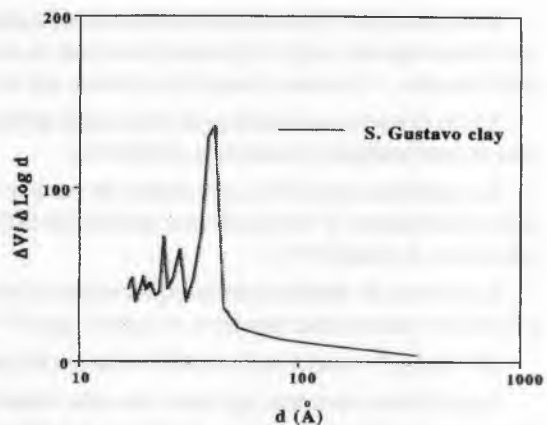


Figura e)

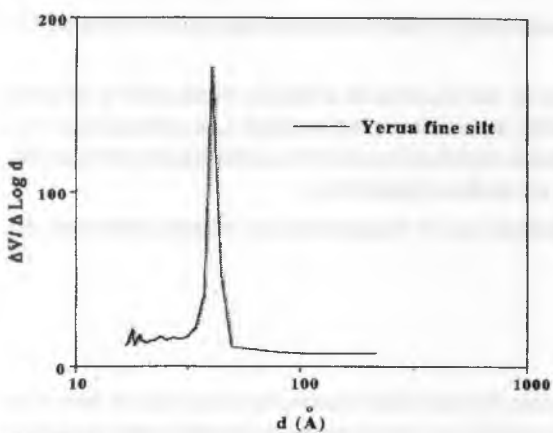


Figura c)

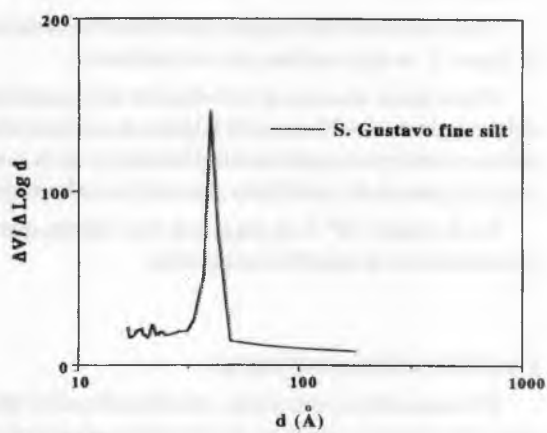


Figura f)

Figura 3. Distribución de porosidad de San Gustavo y Yeruá. a) Yeruá total b) limo fino de S. Gustavo. c) arcilla de Yeruá. d) Limo fino de Yeruá. e) S. Gustavo total. f) arcilla de S. Gustavo

## Cuadro N° 3. Tratamiento con plasma

## Muestra Arcilla Yeruá

MUESTRA	SUPERFICIE ESPECÍFICA ( $\text{m}^2/\text{g}$ )	VOLÚMEN ESPECÍFICO DE PORO ( $\text{mm}^3/\text{g}$ )	RADIO MEDIO (nm)
Sin tratamiento	86,49	74,92	1,73
Después de 150 hs	109,04	96,61	1,77

La cantidad de sustancia en forma de excrementos decrece rápidamente con la profundidad. Los poros después de los 25 cm. están determinandos por procesos físicos y fisico-químicos.

De los compuestos orgánicos “activos”, con prueba de reproductibilidad y confrontaciones comparativas de los estudios, sólo la relación C (ácidos húmicos) y C (ácidos fúlvicos) parece ser valedera. Es posible que esta circunstancia sea debido a la **extrema protección de las arcillas** sobre las sustancias húmicas.

Los valores C húmicos/ C fúlvico de San Gustavo son de 2,2 y de Yeruá 1,4.

El tiempo de residencia media evaluado por  $C_{14}$  muestra una tendencia creciente de la edad de la sustancia húmica muy brusca en función de la profundidad de los perfiles, explicando así una migración mínima hacia el interior de estos suelos en clara diferencia con lo determinado en otros similares.

La uniformidad de las partículas orgánicas contrasta con el escarpado gradiente que se extiende desde la época actual hasta mas de 4.000 años antes de Cristo. Figura 4.

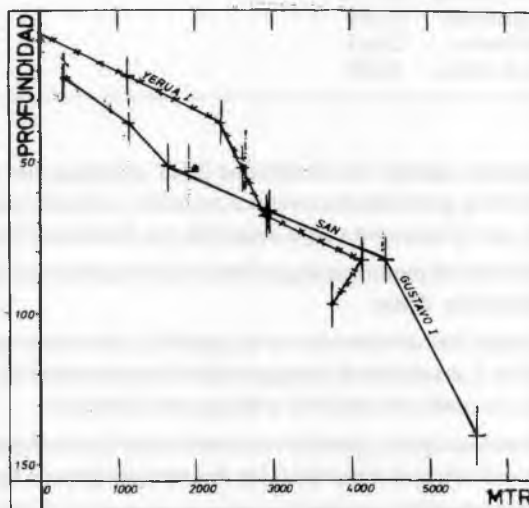


Figura 4. Tiempo de resistencia media de las sustancias orgánicas de S. Gustavo y Yeruá en función de la profundidad.

## CARACTERÍSTICAS COMPARATIVAS CON OTROS SUELOS DEL MUNDO

MUESTRA	Fraccion	Superficie específica (m <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )	Bases de cambio (cmol k <sub>g</sub> <sup>-1</sup> )					pH H <sub>2</sub> O (1:2,5)	Total carbono orgánico (%)
			Ca	MG	K	Na	K <sub>g</sub> <sup>-1</sup> )		
Kutama 20 cm ZIMBABWE (Pellusterts)	Total	85,49	12,6	44,9	0,1		55,2	7,5	1,53
	Arcilla aparente	132,64	traces						
	Limo aparente	94,98							
Sardegna 0-20 cm ITALY (Pelloxererts) " 20-50 cm	Total	56,98	27,2	13,8	1,9	2,0	38,5	7,3	5,12
	Arcilla aparente	114,27							
	Limo aparente	36,05							
	Total	64,75	23,8	15,5	0,8	11,5	42,7	8,6	2,89
	Arcilla aparente	115,86							
	Limo aparente	32,39							
MKNH (15 cm) TANZANIA (Pellusterts)	Total	53,34	13,0	8,6	0,5	0,9	20,9	8,5	0,92
	Arcilla aparente	131,42							
	Limo aparente	89,66							
Yerua (A hor.) ARGENTINA (Pelluderts)	Total	32,52	31,0	3,8	2,5	0,9	40	6,7	2,91
	Arcilla aparente	86,50							
	ap. Limo fino	40,69							
	ap. Grueso	32,71							
	Limo ap. arena	26,35							
San Gustavo (A hor.) ARGENTINA (Pelluderts)	Total	23,31	29,7	3,5	1,1	0,3	36,3	6,4	2,7
	Arcilla aparente	107,12							
	ap. Limo fino	52,19							
	ap. Grueso	28,81							
	Limo ap. arena	44,90							

Esto demuestra, comparando además los resultados de la investigación micromorfológica, que la argiliturbación no es muy efectiva, por lo menos en época reciente y cerca de la superficie. La bioturbación es significativa, no obstante que se encuentra algo impedida por la textura fina.

Su impacto es importante hasta tal punto que logra formar un horizonte bien agregado de características mólicas, con un filtro de raíces muy denso.

Los microorganismos actúan frecuentemente en la superficie de éstos y aparecen asociados con las sustancias orgánicas y húmicas. Las micelas de hongos están frecuentemente acompañadas con protozoos del tipo de las Tecamoebas, los cuales se adhieren a los granos minerales.

Las investigaciones submicroscópicas permitieron caracterizar las microestructuras; la materia orgánica sus alteraciones y la asociación con minerales; los microorganismos o las trazas de su actividad.

Es posible que estas finas exploraciones sean el camino para el conocimiento y la comprensión de los mecanismos pedogénéticos.

Las espectrometrías de masa de láser inducido detectan iones a partir de pequeñas partes de las secciones delgadas (alrededor de 20 µm)

En la matrix del suelo se distinguen granos oscuros de 3  $\mu\text{m}$ .; algunos más grandes son remanentes orgánicos, pero también pueden significar transiciones hacia acumulaciones de sesquióxidos.

### MICROMORFOLOGÍA

Para la inspección micromorfológica se emplearon muestras **secas al aire y congeladas y normales**.

En superficie (0,5 ; 20 – 25) la matrix tiene en una fábrica aseptica y contiene pequeños cuerpos (área) pardas y negras mayor de 50  $\mu\text{m}$  de diámetro las cuales presentan diferente composición. Debajo de los 40 cm es posible observar algunas evidencias de procesos de iluviación de arcilla. La influencia de la fauna es importante hasta los 25 cm pero decae debajo de esa profundidad. Los huecos que se observan en la parte superior de estos suelos (Yerúa y San Gustavo) son el resultado de la actividad biológica; la cantidad de M.O. en forma de bolitas fecales decrece rápidamente con la profundidad.

Debajo de 25 cm el sistema de poros está principalmente determinado por procesos físicos y solamente pocos son producidos por las raíces y la fauna del suelo.

El plasma del subsuelo esta caracterizado por arcilla birrefringente que constituye fundamentalmente los cutanes de tensión muy manifiestos en estos suelos y que expresan los efectos de la presión por hinchamiento. Se redistribuyen notoriamente en toda la matrix.

No se destacan infiltraciones de arcilla en los canales de conducción. Esta característica se corresponde con el comportamiento normal de horizontes originalmente densos.

La acumulación de sesquióxidos es moderada.

La argiliturbación adquiere relevancia en profundidad donde imprime fuertes rasgos locales por la deformación de las manchas diferentes que se observan.

En estos suelos se produce fácilmente una cierta concentración de Fe por causa de la retención del agua.

Las propiedades vérticas inferidas por esta exploración se detectan por la orientación de los dominios principales de las arcillas.

La gran expansión y contracción volumétrica de la masa del suelo produce la separación del plasma a lo largo de las paredes y los planos de clivaje.

En los horizontes o sectores calcáreos, la sustancia fina se encuentra entremezclada con lentillas muy finas de carbonato, situación que aumenta notablemente el contraste con el material humoso

Todas las informaciones suministradas, obtenidas a través de las diversas exploraciones permiten allanar el camino para lograr el adecuado conocimiento y la comprensión de los delicados mecanismos pedogenéticos que destacan a los suelos vertisoles de la provincia de Entre Ríos.

### BIBLIOGRAFÍA

- STEPHAN S., J. BERRIER and A. A. DE PETRE. 1983. Caracterization of in situ organic matter constituents in vertisols from Argentina, using submicroscopic and cytochemical methods. *Geoderma* 30 (21-34).
- DE PETRE, A.A. y S. STEPHAN 1988. Características pedológicas y agronómicas de los vertisoles de Entre Ríos, Argentina. Universidad Nacional de Entre Ríos. 65 pag.
- RISTORI, G. G., E. SPARVOLI, MIDE NOBILI and L. DAGGIO. 1996. Organic matter off vertisols. Characterization and influence of soil microestructure.